



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 199 02 444 C 2

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 T 13/138**  
B 60 T 8/88  
B 60 T 13/66

②1 Aktenzeichen: 199 02 444.8-21  
②2 Anmeldetag: 22. 1. 1999  
④3 Offenlegungstag: 3. 8. 2000  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 12. 7. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

⑦3 Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

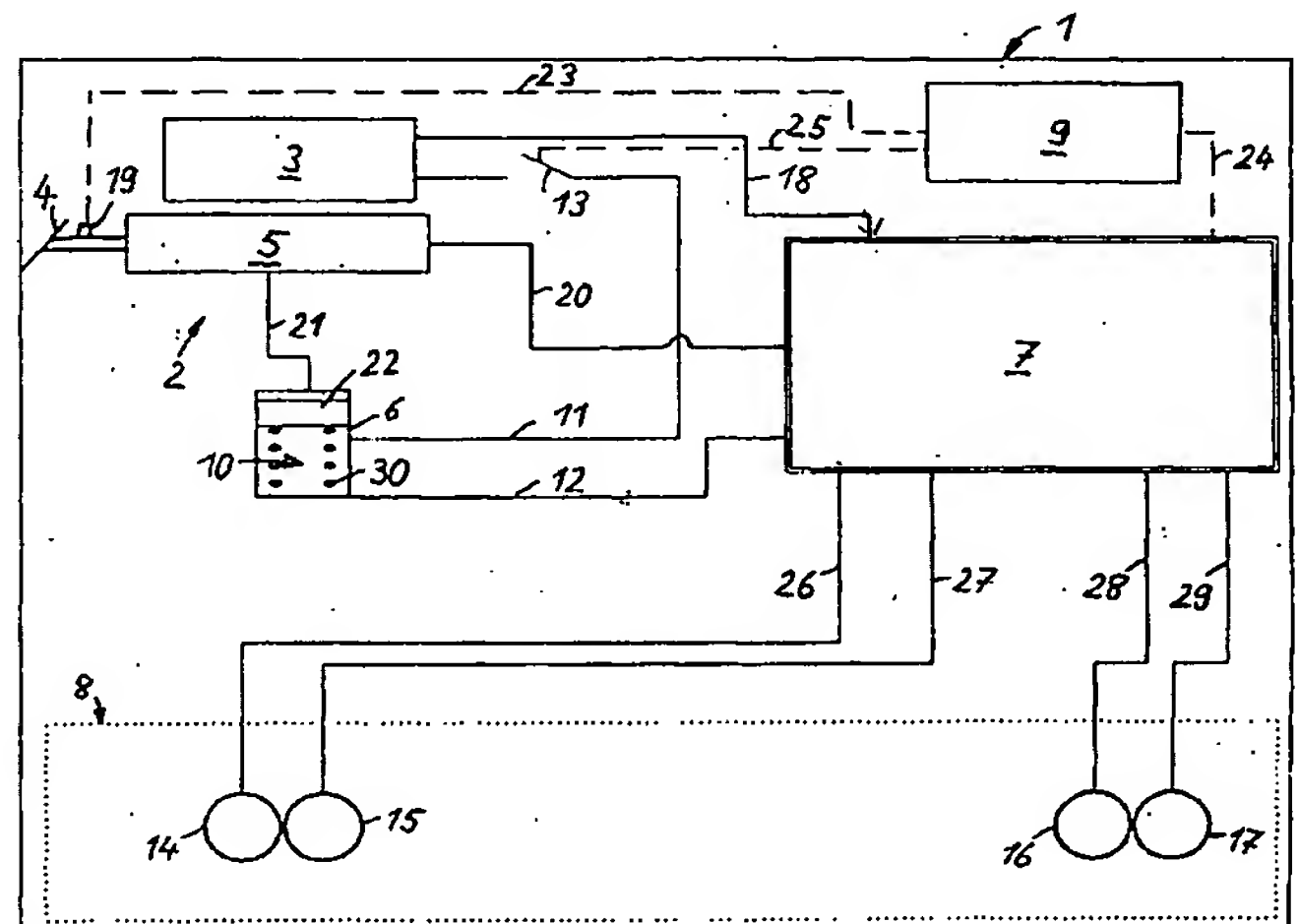
⑦2 Erfinder:  
Woll, Peter, Dipl.-Ing., 76646 Bruchsal, DE; Frentz,  
Georg, Dipl.-Ing., 72622 Nürtingen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 35 26 556 A1  
DE 31 31 856 A1

⑤4 Bremsanlage mit hydraulischer Bremskraftverstärkung und Verfahren hierzu

⑤7 Bremsanlage mit hydraulischer Bremskraftverstärkung, mit einer hydraulischen Betätigungseinheit (2), die ein Hydraulikreservoir (3), ein Bremspedal (4), einen Bremsdruckgeber (5) und einen über eine Leitung (21) mit dem Bremsdruckgeber (5) verbundenen Pedalweg-Simulator (6) umfaßt, mit einer einen Druckerzeuger umfassenden Hydraulikeinheit (7), mit einer hydraulischen Radbremseinrichtung (8) und mit einem Steuergerät (9) zur Koordinierung der Funktionen der Betätigungseinheit (2), der Hydraulikeinheit (7) und der Radbremseinrichtung (8), wobei der Pedalweg-Simulator (6) ein veränderliches Verdrängungsvolumen (10) aufweist, das über eine Hydraulikleitung (11) mit dem Hydraulikreservoir (3) verbunden ist, wobei eine Rückförderleitung (12) zwischen der Radbremseinrichtung (8) und dem Verdrängungsvolumen (10) des Pedalweg-Simulators (6) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß in der Hydraulikleitung (11) zwischen dem Hydraulikreservoir (3) und dem Verdrängungsvolumen (10) des Pedalweg-Simulators (6) ein Rücklaufventil (13) angeordnet ist, welches im Störfall – bei defekter Bremsanlage (1) – in eine die Hydraulikleitung (11) blockierende Sperrstellung versetzbar ist.



DE 199 02 444 C 2

DE 199 02 444 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Bremsanlage mit hydraulischer Bremskraftverstärkung und ein Verfahren zum Betrieb dieser Bremsanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 6.

Aus der DE 35 26 556 A1 ist eine derartige Bremsanlage für Kraftfahrzeuge bekannt, die einen als Tandemzylinder ausgebildeten Hauptzylinder bzw. Bremsdruckgeber umfaßt, der von einem Bremspedal betätigt wird und eine Radbremseinrichtung mit unter Druck stehendem Hydraulikmedium beaufschlagt, welches der Radbremseinrichtung aus einem Vorratsbehälter zugeleitet wird. Weiterhin ist ein Hilfsdruck-Versorgungssystem vorgesehen, das eine Hydraulikpumpe und einen die Pumpe betätigenden elektrischen Motor umfaßt. Über ein Schaltventil kann das von der Pumpe geförderte Medium der Radbremseinrichtung zugeführt werden.

Um ein für den Fahrer gewohntes und dosierbares Pedalverhalten des Bremspedals mit einer beim Bremsen signifikanten Pedal-Wegstrecke zu erreichen, kommuniziert eine Druckkammer des vom Bremspedal beaufschlagten Hauptzylinders mit einem Pedalweg-Simulator, der als Zylinder mit einem verschiebbaren Stellkolben ausgebildet ist. Der Stellkolben begrenzt ein Verdrängungsvolumen im Zylinder, das über eine Hydraulikleitung mit dem Vorratsbehälter verbunden ist.

Wird das Volumen der Druckkammer des Hauptzylinders durch den Druck des Bremspedals verringert, strömt das Medium aus der Druckkammer in den Pedalweg-Simulator und beaufschlagt den Stellkolben, welcher in Richtung des Verdrängungsvolumens verstellt wird, wobei das im Verdrängungsvolumen enthaltene Medium in den Vorratsbehälter entweicht. Zugleich wird der Druck im Verdrängungsvolumen des Pedalweg-Simulators zur dynamischen Modulation des Bremsdrucks verwendet, welcher über die motorisch betriebene Hydraulikpumpe des Hilfsdruck-Versorgungssystems erzeugt wird.

Um bei einem Ausfall der Stromversorgung ausreichend Bremskraft bereitzustellen, wird bei Anlagen dieser Art im Störfall der Bremsdruck nicht über das Hilfsdruck-Versorgungssystem, sondern unmittelbar über den Hauptzylinder erzeugt. Hierdurch kann Gefahrensituationen vorgebeugt werden, die durch einen Ausfall der Hydraulikpumpe, beispielsweise infolge eines Zusammenbruchs der Stromversorgung oder einen Ausfall des Steuergeräts der Anlage, entstehen können.

Tritt ein Störfall während eines Bremsvorganges auf, bei dem das Bremspedal bereits teilweise durchgedrückt ist, so entsteht das Problem, daß für den im Notbetrieb erforderlichen Druckaufbau des Bremsdrucks über den Hauptzylinder nur der restliche, verbleibende Pedalweg bis zum Anschlag des Bremspedals zur Verfügung steht. Dieser Pedalweg ist gegenüber dem unbetätigten Bremspedal reduziert und reicht unter Umständen zur Erzeugung der erforderlichen Bremskraft nicht aus. Ist das Bremspedal im Moment des Auftretens des Störfalles bereits vollständig durchgedrückt, so kann überhaupt kein zusätzlicher Bremsdruck über den Hauptzylinder erzeugt werden.

Auch aus der Druckschrift DE 31 31 856 A1 ist ein Pedalwegsimulator bekannt, der über eine Zweigleitung mit einer Bremsleitung verbunden ist, welche einen Hauptbremszylinder mit einem Radbremszylinder verbindet. In der Zweigleitung ist ein schaltbares Magnetventil vorgesehen, welches in eine Sperrstellung schaltbar ist, in der der Pedalwegsimulator vollständig von der Bremsleitung abgekoppelt ist. Der Pedalwegsimulator wird bei einer Störung der Bremsanlage abgekoppelt, so dass kein nachgiebiges

Pedalverhalten mehr besteht. Es kann hierdurch bei Störungen der subjektive Eindruck entstehen, dass das Bremspedal blockiert ist, was zu Irritationen und zu einem Fehlverhalten des Fahrers führen kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Bremsvorgänge in elektro-hydraulischen Bremsen mit einfachen Mitteln störsicherer auszubilden.

Diese Aufgabe wird durch eine Bremsanlage bzw. durch ein Verfahren zum Betrieb der Bremsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. 6 gelöst.

Gemäß der Neuerung ist im Hydraulikweg zwischen der Radbremseinrichtung und dem Verdrängungsvolumen des Pedalweg-Simulators eine Rückförderleitung angeordnet, über die Hydraulikmedium aus der Radbremseinrichtung nach Beendigung des Bremsvorgangs im Normalfall zunächst in das Verdrängungsvolumen und über eine weitere Hydraulikleitung zurück in das Reservoir gefördert wird. In der Hydraulikleitung zwischen dem Verdrängungsvolumen und dem Reservoir befindet sich ein Rücklaufventil, das zwischen einer die Hydraulikleitung freigebenden Öffnungsstellung und einer die Hydraulikleitung schließenden Sperrstellung verstellbar ist. Im Normalfall befindet sich das Rücklaufventil in Öffnungsstellung, so daß Hydraulikmedium aus der Radbremseinrichtung in das Reservoir abfließt.

Im Störfall dagegen wird das Rücklaufventil in Sperrstellung versetzt, so daß zwar die Verbindung zwischen der Radbremseinrichtung und dem Verdrängungsvolumen des Pedalweg-Simulators noch geöffnet ist, die Verbindung zwischen dem Verdrängungsvolumen und dem Reservoir aber unterbrochen und folglich hydraulisch steif ist. Dies hat zur Folge, daß bei einem Störfall, der während eines Bremsvorganges auftritt, die in der Radbremseinrichtung gespeicherte Energie ein Rückströmen des Hydraulikmediums aus der Radbremseinrichtung über die Rückförderleitung in das Verdrängungsvolumen des Pedalweg-Simulators bewirkt, das aufgrund der unterbrochenen Verbindung zum Reservoir sich mit Hydraulikmedium füllt und sein Volumen vergrößert. Die Volumenzunahme des Verdrängungsvolumens hat zur Folge, daß das mit dem Verdrängungsvolumen in Verbindung stehende Bremspedal in Richtung seiner Ausgangsstellung zurückgesetzt wird, so daß der dem Fahrer zur Verfügung stehende Pedalweg des Bremspedals automatisch vergrößert wird. Der zusätzliche Pedalweg kann nun für die vom Fahrer aufzubringende Bremskraft genutzt werden, die in Störfällen unmittelbar über die Betätigungs- und Hydraulikeinheit als hydraulischer Bremsdruck auf die Radbremseinrichtung durchgreift.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, daß das Rücklaufventil in der Leitung zwischen dem Verdrängungsvolumen und dem Reservoir elektrisch betätigbar ist und im unbestromten Zustand in einer den Durchfluß blockierenden Sperrstellung steht. Dadurch ist gewährleistet, daß das Verdrängungsvolumen im Störfall immer vom Reservoir abgeschnitten ist und somit das in das Verdrängungsvolumen rückgeförderte Medium sich im Verdrängungsvolumen sammeln muß und zwangsläufig zu einer Ausdehnung dieses Volumens führt.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Eine bevorzugte Ausführungsform ist der Figurenbeschreibung und der Zeichnung zu entnehmen, die eine schematische Darstellung einer elektro-hydraulischen Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug mit automatischer Rückstellung des Pedalweg-Simulators bei Störfällen zeigt.

Die Bremsanlage 1 ist als elektro-hydraulische Bremse ausgebildet und besteht aus einer Betätigungseinheit 2, einer mit der Betätigungseinheit 2 in Verbindung stehenden Hy-



draulikeinheit 7 und einer Radbremseinrichtung 8 für die vier Fahrzeugräder 14, 15, 16, 17, wobei die Radbremseinrichtung 8 von der Hydraulikeinheit 7 mit Hydraulikmedium versorgt wird und aus vier Bremseinheiten besteht, die jeweils einem Fahrzeugrad 14 bis 17 zugeordnet sind.

Die Betätigungseinheit 2 umfaßt im einzelnen ein Hydraulikreservoir 3, ein Bremspedal 4, einen Bremsdruckgeber 5 und einen Pedalweg-Simulator 6. Das Hydraulikreservoir 3 versorgt über Hydraulikleitungen 11 und 18 den Pedalweg-Simulator 6 und die Hydraulikeinheit 7 mit Hydraulikmedium. Der Pedalweg des Bremspedal 4 wird von einem Wegsensor 19 aufgenommen; alternativ zu einem Wegsensor kann auch ein Kraftsensor vorgesehen sein, der dem vom Fahrer auf das Bremspedal 4 ausgeübten Pedaldruck mißt.

Der vom Bremspedal 4 beaufschlagte Bremsdruckgeber 5 ist üblicherweise als Hydraulikzylinder ausgebildet, beispielsweise als Tandemzylinder, und steht über eine Leitung 20 mit der Hydraulikeinheit 7 in Verbindung. Über die Leitung 20 wird in Störfällen bei defekter Bremsanlage der Pedaldruck des Bremspedals 4 unmittelbar als hydraulischer Bremsdruck umgesetzt und über die Hydraulikeinheit 7 der Radbremsanlage 8 zugeführt.

Die Hydraulikeinheit 7 umfaßt zur Generierung des Bremsdrucks in der erforderlichen Höhe einen nicht dargestellten Druckerzeuger, üblicherweise eine elektrisch angetriebene Hydraulikpumpe. Über Leitungen 26 bis 29 wird den Bremseinheiten der Radbremseinrichtung 8 für die Fahrzeugräder 14 bis 17 der in der Hydraulikeinheit 7 erzeugte Hydraulikdruck als Bremsdruck zugeführt.

Der Bremsdruckgeber 5 steht über eine Leitung 21 mit einem Pedalweg-Simulator 6 in Verbindung. Der Pedalweg-Simulator 6 erfüllt die Funktion, ein elastisches, nachgiebiges und gut dosierbares Verhalten des Bremspedals 4 zu simulieren. Der Pedalweg-Simulator 6 besteht aus einem Hydraulikzylinder mit einem Verstellkolben 22 und einem Verdrängungsvolumen 10, das über den Verstellkolben 22 in Abhängigkeit der Pedalstellung des Bremspedals 4 veränderlich eingestellt werden kann. Der Verstellkolben 22 wird von einer Feder 30 mit Federkraft beaufschlagt, die den Verstellkolben 22 in eine das Verdrängungsvolumen 10 vergrößernde Stellung drängt, in welcher das Bremspedal 4 seine Ausgangsstellung einnimmt. Das Verdrängungsvolumen 10 ist über eine Rückförderleitung 12 mit der Hydraulikeinheit 7 und über die Hydraulikleitung 11 mit dem Reservoir 3 verbunden. In der Hydraulikleitung 11 ist ein elektrisch betätigbares Rücklaufventil 13 angeordnet.

Weiterhin ist ein Steuergerät 9 vorgesehen, das die Funktion der einzelnen Bauteile der Bremsanlage steuert und koordiniert und insbesondere über eine Steuerleitung 23 Meßsignale des Sensors 19 aufnimmt bzw. als Eingangssignale empfängt und über eine Steuerleitung 24 Ausgangssignale an den Elektromotor in der Hydraulikeinheit 7 aussendet bzw. über eine Steuerleitung 25 das elektrische Rücklaufventil 13 steuert.

Im regulären Bremsbetrieb mit intakter Bremsanlage wird je nach Ausführung des Sensors 19 der Pedalweg oder der Pedaldruck des Bremspedals 4 sensiert, der Pedalweg bzw. der Pedaldruck dem Steuergerät 9 als Eingangssignal zugeführt, im Steuergerät 9 aus dem Pedalweg bzw. aus dem Pedaldruck ein korrespondierender Bremsdruck ermittelt und ein dem Bremsdruck entsprechendes Ausgangssignal der Hydraulikeinheit 7 zur Einstellung des Pumpenmotors der Hydraulikpumpe zugeführt. Das benötigte Hydraulikmedium wird der Hydraulikeinheit 7 über die Leitung 18 vom Reservoir 3 zugeführt.

Weiterhin wird während bzw. nach jedem Bremsvorgang das elektrisch betätigbare Rücklaufventil 13 in der Hydraulikleitung 11 zwischen dem Pedalweg-Simulator 6 und dem Reservoir 3 geschlossen, so daß nach Beendigung des Bremsvorganges das in den Bremseinheiten der Radbremseinrichtung 8 gespeicherte Hydraulikmedium über die Rückförderleitung 12, das Verdrängungsvolumen 10 des Pedalweg-Simulators 6 und die Hydraulikleitung 11 in das Reservoir 3 zurückgeleitet werden kann. Zugleich wird der Verstellkolben 22 des Simulators 6 von der Feder 30 in seine Ausgangsstellung versetzt, wodurch auch das Bremspedal 4 wieder seine Ausgangsstellung einnimmt.

Das elektrisch betätigbare Rücklaufventil 13 ist so ausgebildet, daß im unbestromten bzw. ungesteuerten Zustand das Ventil in Sperrstellung steht, in der die zum Reservoir 3 führende Hydraulikleitung 11 blockiert ist. Um die Hydraulikleitung 11 zu öffnen, muß das Rücklaufventil 13 voll funktionstüchtig sein und muß von einem Stellsignal des Steuergeräts 9 beaufschlagt werden. Falls im Steuergerät 9 nicht das korrekte Stellsignal für das Rückschlagventil 13 erzeugt wird oder falls die Stromversorgung ausfällt, kann das Rückschlagventil 13 nicht in seine den Durchfluß durch die Hydraulikleitung 11 ermöglichende Öffnungsstellung versetzt werden; das Rückschlagventil 13 verharrt in seiner blockierenden Sperrstellung, in der die Verbindung zwischen Pedalweg-Simulator 6 und Reservoir hydraulisch steif ist.

Falls ein Störfall auftritt, bei dem das Steuergerät 9 ausfällt und/oder die Stromversorgung der elektrisch zu betätigenden Aggregate ausfällt, kann das Rücklaufventil 13 nicht in die Öffnungsstellung verstellt werden. Nach Beendigung des Bremsvorganges hat dies zur Folge, daß die Verbindung zwischen dem Verdrängungsvolumen 10 und dem Reservoir 3 unterbrochen bleibt. Das über die Rückförderleitung 12 aufgrund des höheren Bremsdruckes der Bremseinheiten der Radbremseinrichtung 8 zum Pedalweg-Simulator geförderte Hydraulikmedium strömt in das Verdrängungsvolumen 10 und bewirkt – auch bei Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer – ein Rücksetzen des Bremspedals in die Ausgangsstellung. Falls der Strom oder das Steuergerät während eines Bremsvorganges ausfällt, kann auf diese Weise sichergestellt werden, daß aufgrund des Rücksetzers des Bremspedals wieder der gesamte Pedalweg für eine Notbremsung über den Bremsdruckgeber 5, die Leitung 20 und die Hydraulikeinheit 7 zur Verfügung steht.

Falls ein Störfall auftritt, bei dem das Steuergerät 9 ausfällt und/oder die Stromversorgung der elektrisch zu betätigenden Aggregate ausfällt, kann das Rücklaufventil 13 nicht in die Öffnungsstellung verstellt werden. Nach Beendigung des Bremsvorganges hat dies zur Folge, daß die Verbindung zwischen dem Verdrängungsvolumen 10 und dem Reservoir 3 unterbrochen bleibt. Das über die Rückförderleitung 12 aufgrund des höheren Bremsdruckes der Bremseinheiten der Radbremseinrichtung 8 zum Pedalweg-Simulator geförderte Hydraulikmedium strömt in das Verdrängungsvolumen 10 und bewirkt – auch bei Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer – ein Rücksetzen des Bremspedals in die Ausgangsstellung. Falls der Strom oder das Steuergerät während eines Bremsvorganges ausfällt, kann auf diese Weise sichergestellt werden, daß aufgrund des Rücksetzers des Bremspedals wieder der gesamte Pedalweg für eine Notbremsung über den Bremsdruckgeber 5, die Leitung 20 und die Hydraulikeinheit 7 zur Verfügung steht.

#### Patentansprüche

1. Bremsanlage mit hydraulischer Bremskraftverstärkung, mit einer hydraulischen Betätigungseinheit (2), die ein Hydraulikreservoir (3), ein Bremspedal (4), einen Bremsdruckgeber (5) und einen über eine Leitung (21) mit dem Bremsdruckgeber (5) verbundenen Pedalweg-Simulator (6) umfaßt, mit einer einen Druckerzeuger umfassenden Hydraulikeinheit (7), mit einer hydraulischen Radbremseinrichtung (8) und mit einem Steuergerät (9) zur Koordinierung der Funktionen der Betätigungseinheit (2), der Hydraulikeinheit (7) und der Radbremseinrichtung (8), wobei der Pedalweg-Simulator (6) ein veränderliches Verdrängungsvolumen (10) aufweist, das über eine Hydraulikleitung (11) mit dem Hydraulikreservoir (3) verbunden ist, wobei eine Rückförderleitung (12) zwischen der Radbremseinrichtung (8) und dem Verdrängungsvolumen (10) des Pedalweg-Simulators (6) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Hydraulikleitung (11) zwischen dem Hydraulikreservoir (3) und dem Verdrängungsvolumen (10) des Pedalweg-Simulators (6) ein Rücklaufventil (13) angeordnet ist, welches im Störfall – bei defekter Bremsanlage (1) – in eine die Hydraulikleitung 11 zwischen dem Pedalweg-Simulator 6 und dem Reservoir 3 geschlossen, so daß nach Beendigung des Bremsvorganges das in den Bremseinheiten der Radbremseinrichtung 8 gespeicherte Hydraulikmedium über die Rückförderleitung 12, das Verdrängungsvolumen 10 des Pedalweg-Simulators 6 und die Hydraulikleitung 11 in das Reservoir 3 zurückgeleitet werden kann. Zugleich wird der Verstellkolben 22 des Simulators 6 von der Feder 30 in seine Ausgangsstellung versetzt, wodurch auch das Bremspedal 4 wieder seine Ausgangsstellung einnimmt.

- kleitung (11) blockierende Sperrstellung versetzbar ist.
2. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Rücklaufventil (13) elektrisch betätigbar ist, wobei das Rücklaufventil (13) im stromlosen Zustand in Sperrstellung steht. 5
3. Bremsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Pedalweg-Simulator (6) als Hydraulikzylinder mit verschiebbarem Verstellkolben (22) zur veränderlichen Einstellung des Verdrängungsvolumens (10) ausgebildet ist. 10
4. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydraulikeinheit (7) im Strömungsweg zwischen der Betätigungseinheit (2) und der Radbremseinrichtung (8) angeordnet ist.
5. Bremsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückförderleitung (12) zwischen der Hydraulikeinheit (5) und dem Verdrängungsvolumen (10) des Pedalweg-Simulators (6) angeordnet ist. 15
6. Verfahren zum Betrieb der Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, 20
- daß im Normalfall nach Beendigung eines Bremsvorgangs Hydraulikmedium aus dem Verdrängungsvolumen (10) des Pedalweg-Simulators (6) über eine Hydraulikleitung (11) in ein Hydraulikreservoir (3) geleitet wird, 25
  - daß im Störfall während eines Bremsvorgangs die Hydraulikleitung (11) zwischen dem Verdrängungsvolumen (10) und dem Hydraulikreservoir (3) unterbrochen wird und das Hydraulikmedium der Radbremseinrichtung (8) in dem Verdrängungsvolumen (10) des Pedalweg-Simulators (6) gesammelt wird. 30
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein elektrisch betätigbares Rücklaufventil (13) in der Hydraulikleitung (11) zwischen dem Pedalweg-Simulator (6) und dem Hydraulikreservoir (3) im unbestromten Zustand in Sperrstellung steht, in der der Durchfluß durch die Hydraulikleitung (11) blockiert ist. 35

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

